

## 明 細 書

### パケット通信ネットワーク及びパケット通信方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、複数の外部ネットワーク間におけるパケット通信を実行するパケット通信ネットワーク及びパケット通信方法に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 現在、インターネットのようなパケット通信ネットワークにおいて、サービス毎に通信品質を制御する方法として、ルータ等でパケット中継を行う際、一旦、パケットをサービスクラス毎の待ち行列に入れ、その待ち行列からパケットを取り出す速度やタイミングを制御することで実現する方法、例えばTCP/IPにおける標準的な実装であるDiffServによる方法が知られている(特許文献1参照)。
- [0003] また別の方法として、ネットワーク内に同一の目的地へ至る品質の異なる複数のパス、例えば最短距離のパスと迂回するパスを用意し、優先的に利用するパスをサービス毎に使い分けることによって、品質をある程度確保しつつ帯域の絶対的な割当量を制御する方法が知られている(特許文献2参照)。

- [0004] 特許文献1:特開2001-197110号公報  
特許文献2:特開2001-60966号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、DiffServ等による方法では、ルータ内でサービスクラス毎に分類したパケットをルータからの出力で一本の通信路に戻しているため、各ルータで同じ処理を行う必要がある。また、パケット転送の各ポイントのみを管理しているため、サービス毎の帯域の相対的な優先制御は行うことができるが、エンドーエンドでの絶対的な品質を制御することは困難である。
- [0006] また一方、複数のパスを利用する方法では、扱うパスの数が増えるに連れ、パスの管理が煩雑になるという問題点がある。これはパス同士がネットワークを共有しているために、品質制御に必要なパスの独立性を保つことが困難であるためである。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するため、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項1)は、図1に示すように、物理的または論理的に独立した複数の並列なネットワークN1, N2, … Nmからなる並列網1と、1つの外部ネットワークU1及び前記並列網1内の各ネットワークN1～Nmのそれぞれと接続され、当該1つの外部ネットワークU1から入力されたパケットを前記並列網1内の各ネットワークN1～Nmのいずれかに振り分ける少なくとも1つの振り分け手段2と、前記並列網1内の各ネットワークN1～Nmのそれぞれ及び1つの外部ネットワークU2と接続され、前記並列網1内の各ネットワークN1～Nmによって転送されたパケットを多重化して当該1つの外部ネットワークU2へ出力する少なくとも1つの多重化手段3とを備えたことを特徴とする。
- [0008] ここで、外部ネットワークとは、前述した並列網1、振り分け手段2及び多重化手段3によって構成される本発明のパケット通信ネットワーク全体を内部ネットワークととらえた上での表現であって、パケット通信におけるエンドユーザのネットワーク(ユーザ網)を表している。なお、(外部)ネットワークという表現を用いているが、その最小単位はパケット通信機能を備えたコンピュータやサーバ、IP電話機などの(1台の)装置である。
- [0009] この構成により、電話等のエンドーエンドでの絶対的な品質制御を必要とするサービスに専用のネットワークを用意することができ、それ以外のサービスのトラフィックの影響を最小限に抑えたパケット通信が可能となる。この際、各ネットワーク内では宛先に従うパケット転送のみを行えば良く、特別な処理や管理は必要としない。
- [0010] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項2)は、前記振り分け手段は、パケットの形式的な特徴量によって振り分けを行うことを特徴とする。
- [0011] この構成により、外部ネットワークからのパケットを各ネットワークに振り分ける際、振り分けの判定を高速に行うことができる。
- [0012] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項3)は、パケットの形式的な特徴量とは、パケットのパケット長であることを特徴とする。
- [0013] この構成により、パケット長が200バイトである典型的なVoIPの音声パケットやパケット長が128バイト以下であるDNSのパケットなどを、簡易かつ高速に判定して振り

分けることができる。

- [0014] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項4)は、前記振り分け手段は、パケットのヘッダの内容的な特徴量によって振り分けを行うことを特徴とする。
- [0015] この構成により、外部ネットワークからのパケットを各ネットワークに振り分ける際、振り分けの判定をより確実に行うことができる。
- [0016] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項5)は、パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットにおけるDiffServコードポイントの値であることを特徴とする。
- [0017] この構成により、パケット送信側の希望に応じて優先的に処理させる等の振り分けが可能となる。
- [0018] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項6)は、パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットのプロトコル番号あるいはUDPパケットの宛先ポート番号もしくはTCPパケットの宛先ポート番号の値であることを特徴とする。
- [0019] この構成により、悪意の送信者が偽装したパケットを排除することができる。
- [0020] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項7)は、前記振り分け手段は、同一の特徴量を有するパケットのデータ量の合計値の時系列的な変化によって振り分けを行うことを特徴とする。
- [0021] この構成により、並列網のうちの特定のネットワークに対する大量のトラフィックが生じた場合でも、品質が低下することを防ぐことができる。
- [0022] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項8)は、前記振り分け手段は、前記並列網内のネットワーク毎のトラフィックの状況を検知する手段を有し、トラフィックの状況に応じた振り分けを行うことを特徴とする。
- [0023] この構成により、ネットワーク資源を有効に活用したパケット通信が可能となる。
- [0024] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項9)は、前記並列網は、物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークからなることを特徴とする。
- [0025] この構成により、物理的に独立した複数のネットワークが存在しない外部ネットワーク間におけるパケット通信に適用可能となる。
- [0026] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項10)は、物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークは、各ネットワークの帯域割り当てを動的に

変更する手段を有することを特徴とする。

- [0027] この構成により、重要なパケットについては大量のトラフィックが生じて品質を維持することが可能となる。
- [0028] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項11)は、前記多重化手段は、前記並列網内の各ネットワークのうち、特定のネットワークからのパケットを優先して処理することを特徴とする。
- [0029] この構成により、並列網の各ネットワークの帯域幅の合計が外部ネットワークへの通信路の帯域幅より大きい場合であっても、特定のネットワークからのパケットを優先処理することができる。
- [0030] また、本発明のパケット通信ネットワーク(請求項12)は、前記多重化手段は、所与の特徴量を有するパケットを優先して処理することを特徴とする。
- [0031] この構成により、所与の特徴量を有するパケットについては、本来、通るべきネットワークの輻輳等により他のネットワークに迂回した場合であっても優先処理することができる。

#### 発明の効果

- [0032] 本発明によれば、複数のネットワークへの振り分け処理を行うことにより、特定のサービスについて、他のサービスのトラフィックの影響を受けることなくエンドーエンドでの品質を制御することができる。
- [0033] 振り分け処理を行うことにより、ネットワークへ流れるパケットの種類を絞ることができ、各ネットワーク内では宛先のみに基づくパケット転送処理を行えば良いため、条件分岐などの処理を簡略化することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0034] [図1]図1は、本発明のパケット通信ネットワークの概要を示す構成図である。
- [図2]図2は、本発明のパケット通信ネットワークの第1の実施の形態を示す構成図である。
- [図3]図3は、振り分けルータにおける振り分けルールの一例を示す説明図である。
- [図4]図4は、VoIPの音声パケットのデータ構造を示す説明図である。
- [図5]図5は、振り分け処理部における処理のフローチャートである。

[図6]図6は、フルメッシュ波長分割多重光ネットワークの論理的な構成図である。

[図7]図7は、フルメッシュ波長分割多重光ネットワークによる並列網の説明図である。

[図8]図8は、本発明のパケット通信ネットワークの第2の実施の形態を示す構成図である。

[図9]図9は、フルメッシュ波長分割多重光ネットワークを多段に接続したネットワークを示す構成図である。

[図10]図10は、図9の多段ネットワークを上位網を通過する通信路のみによるネットワークに集約して示す構成図である。

[図11]図11は、図10のネットワークを時分割多重技術を用いて複数に分割したようすを示す説明図である。

[図12]図12は、本発明のパケット通信ネットワークの第3の実施の形態を示す構成図である。

#### 符号の説明

- [0035] 1, 11, 23, 31 並列網  
2 振り分け手段  
3 多重化手段  
12, 32 振り分けルータ  
13, 25, 33 多重化ルータ  
14, 34 パケット長検出部  
15-1~15-3 輻輳検知部  
16, 35 振り分け処理部  
21, A, B, C, D, E ノード  
22, 22a, 22b 通信路  
24 TDM処理部  
M1, M2 管理端末  
N1, N2, …Nm, N11, N12, N21, N22, N31, N32 ネットワーク  
P, Q, R フルメッシュWDM光ネットワーク  
U1, U2 外部ネットワーク

### 発明を実施するための最良の形態

[0036] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

[0037] [第1の実施の形態]

図2は本発明のパケット通信ネットワークの第1の実施の形態を示すもので、図中、11は並列網、12は振り分けルータ、13は多重化ルータ、U1、U2は外部ネットワークである。

[0038] 並列網11は、物理的に独立した複数、ここでは3つの並列なネットワークN1、N2、N3からなっている。

[0039] 振り分けルータ12は、1つの外部ネットワーク、ここではU1及び並列網11内の各ネットワークN1、N2、N3のそれぞれと接続され、当該外部ネットワークU1から入力されたパケットを並列網11内の各ネットワークN1、N2、N3のいずれかに振り分ける。

[0040] 多重化ルータ13は、並列網11内の各ネットワークN1、N2、N3のそれぞれ及び1つの外部ネットワーク、ここではU2と接続され、並列網11内の各ネットワークN1、N2、N3のいずれかによって転送されたパケットを多重化して当該外部ネットワークU2へ出力する。

[0041] なお、ここでは振り分けルータ及び多重化ルータをそれぞれ1つのみ示しているが、実際には外部ネットワークの数だけ実装される。また、ここでは説明を単純化するため、1つの外部ネットワークが振り分けルータ又は多重化ルータの一方を介して並列網に接続される例を示しているが、通常、双方向通信を可能とするため、1つの外部ネットワークは振り分けルータ及び多重化ルータの両方(もしくはこれらの機能を併せ持つルータ)を介して並列網に接続される。また、1台の振り分け／多重化ルータが複数の外部ネットワークに対する振り分け／多重化処理をまとめて行うことも可能であり、必ずしも外部ネットワークの数と等しい台数の振り分け／多重化ルータが要求されるわけではない。また、図示しないが、並列網を構成する各ネットワークは内部にルータ等の交換装置を含んでいても良い。さらにまた、各ネットワークはその内部に振り分け手段、並列網及び多重化手段を含んでも良い。

[0042] 本実施の形態では、外部ネットワークU1から外部ネットワークU2へパケットを転送する場合の例を示しており、以下、本実施の形態の構成及び動作について、さらに

詳細に説明する。

- [0043] ここで、並列網11の各ネットワークの用途として、N1はVoIP専用網、N2は狭帯域専用網、N3は広帯域網とする。また、パケットはIPv4パケットとする。
- [0044] 図3は振り分けルータ12における振り分けルールの一例を示すもので、ここではパケットの形式的な特徴量の1つであるパケット長に応じて振り分け先を決定する如くなっている。
- [0045] 図3において200バイトのパケットをVoIP網N1へ振り分けているのは、図4に示すように、G. 711コーデックとRTP (Realtime Transport Protocol)を用いて20ms単位で音声をパケット化する典型的なVoIPの音声パケットでは、ヘッダも含めたパケット長は全体で200バイトとなるためである。
- [0046] また、統計によれば、インターネットのパケットの半分以上は128バイト以下の短いパケットである。この統計はWIDEプロジェクトのMAWIワーキンググループ (<http://www.wide.ad.jp/wg/mawi/index-j.html>) 等で参照できる。
- [0047] 短いパケットにはDNSのパケットが多く含まれているので、高速に処理することが望ましい。従って、128バイト以下のパケットを狭帯域専用網N2へ振り分ける。上記以外のパケットは全て広帯域網N3へ振り分ける。
- [0048] また、図3の振り分けルールではN1～N3の輻輳時における振り分け先についても規定しており、N1やN2が輻輳した場合は、N1やN2への振り分けが困難なパケットをN3へ迂回させるが、N3が輻輳してもN1やN2にパケットを迂回させることは行わない。
- [0049] 以上の処理を行うため、振り分けルータ12は、パケット長検出部14、輻輳検知部15-1, 15-2, 15-3、振り分け処理部16から構成される。
- [0050] パケット長検出部14は、入力されたパケットのパケット長を検出し、振り分け処理部16へ通知する。パケット長の検出方法はパケットの種類により異なるが、IPパケットではIPヘッダに記述されており、この値を読み取れば良い。
- [0051] 輻輳検知部15-1, 15-2, 15-3はそれぞれ、N1, N2, N3の輻輳を検知し、振り分け処理部16へ通知する。輻輳の検知方法としては、一般に2通りの方法がある。1つは振り分け処理部16で振り分けられたデータが一旦、バッファ(図示せず)に

蓄積される時、バッファから溢れた場合を輻輳とするものである。もう1つは多重化ルータ13に対してエコー要求パケットを送付し、多重化ルータ13からのエコー応答が一定時間内に得られる確率及び応答が得られるまでの遅延時間により検出するものである。後者のプロトコルは、IPではICMPエコーとして規定されている。本実施の形態ではどちらの方法を用いても良い。

- [0052] 振り分け処理部16は、パケット長検出部14及び輻輳検知部15-1～15-3からの情報に基づき、図3に示した振り分けルールに従う実際の振り分け処理を実行する。振り分け処理部16における処理のフローチャートを図5に示す。
- [0053] 並列網11を介して多重化ルータ13に到着したパケットは、多重化ルータ13によって再び多重化され、外部ネットワークU2へ出力される。
- [0054] 多重化ルータ13は多重化を行う際、未処理のパケットが複数ある場合にはN1, N2, N3の順に優先して処理を行う。但し、多重化ルータ13には複数の送信元からのパケットが届くので、外部ネットワークU2への通信路の帯域幅よりも、(N1の帯域幅) + (N2の帯域幅) + (N3の帯域幅) が大きい場合、多重化処理が行えない場合がある。この場合はWFQ (Weighted Fair Queue) 等のパケットスケジューリングアルゴリズムを用いれば、優先処理を行うことができる。
- [0055] 以上説明したように、第1の実施の形態のパケット通信ネットワークによれば、200バイトのパケット及び128バイト以下のパケットは専用の網を有することになるため、それ以外のパケットよりも優先して転送することができる。従って、VoIPの音声やDNSの検索の遅延やパケットロスを改善する効果がある。また、このネットワークでTV電話サービスを利用すれば、音声はN1、映像はN3へと振り分けられ、ネットワークの混雑時に映像はコマ落ちしても音声は途切れず、会話に支障をきたさないという効果が期待できる。
- [0056] ところで、本実施の形態ではパケット長のみを検出して振り分け処理を行っているため、VoIPでない200バイトのパケットもN1へ振り分けられてしまう。従って、悪意の送信者が200バイトのパケットを大量に送信すれば、意図的にN1を輻輳させられる可能性がある。
- [0057] この問題に対処する手段として、パケットのヘッダの内容的な特徴量に応じて振り



分け先を決定することが考えられる。即ち、例えばVoIP専用網のセキュリティを向上するためには、パケットのIPヘッダのプロトコルフィールドでUDPパケットであることを確認する、UDPヘッダ中の宛先ポート番号が予め定められた範囲にあるか否かを確認する、UDPヘッダに続くRTPヘッダのペイロードタイプが音声であることを確認する、等の方法が考えられる。

- [0058] またあるいは、VoIPの端末側において、VoIPのパケットを他のパケットから識別させるため、IPヘッダのサービスタイプフィールドに特定の値を設定しておき、その値によって振り分けることも考えられる。このようにユーザ側で予め振り分け用のパラメータを指定することは、複数のVoIP端末を所有するユーザがそれらの端末間で異なる優先度を設定しての通信や、通信先のアドレスに応じて異なる優先度を設定しての通信が可能になるなどの効果も考えられる。
- [0059] またさらには、IPパケットの送信元アドレス及び宛先アドレス並びに宛先ポート番号の組が、VoIPで通話中のIPアドレスの組になっていることを確認し、確認ができなかったパケットはN3へ振り分けることも考えられる。VoIPで通話中のIPアドレスの組や宛先ポート番号を把握するには、音声データの通信に先立ってSIP (Session Initiation Protocol) 等のVoIPのセッション制御プロトコルを用いて行われるネゴシエーションの情報を利用することができる。
- [0060] 例えば、SIPでは発呼側のINVITEメッセージに着呼側がOKを返し、発呼側がACKを送信すると開始できる。この際、発呼側及び着呼側のIPアドレスやポート番号がSIPメッセージ上でやりとりされる。SIPプロキシはこのメッセージを仲介しているので、発呼側及び着呼側のIPアドレスやポート番号を知ることができる。また、セッションの終了もSIPでのBYEメッセージのやりとりを観察することで検出できる。従って、SIPプロキシから振り分けルータへ、音声データの通信の開始と終了を発呼側及び着呼側のIPアドレスやポート番号と共に通知させるようにすれば、振り分けルータで通知されたIPアドレスとポート番号に適合するパケットのみをVoIP専用網に振り分けることにより、悪意の送信者が偽装したパケットを排除することができる。また同様に、ウイルスやワーム、DoS攻撃等の悪意のパケットを識別する情報(シグネチャと呼ばれる)を、ネットワークで接続された専用のサーバからルータへ通知すれば、これらのパ

ケットを排除することも可能である。

[0061] また、パケットについての情報ではなく、ネットワークについての情報をサーバからルータへ通知することも可能である。例えば、ネットワークの利用料金をルータへ通知すれば、アナログ電話のLCRのように、その時点で最も安いネットワークを自動的に選択することも可能になる。

[0062] なお、本実施の形態では、並列網を構成する各ネットワークは物理的に独立したものとしたが、1つの物理網を論理的に分割し、独立させた網でも良い。物理的に独立しておらず、論理的に独立している網を構成するには、VLANやVPN、トンネリング等の既存の技術が利用できる。また、時分割多重や光通信における波長多重の技術を用いて並列網を構成しても良い。

[0063] また、各ネットワークは同等のものでも良いが、各ネットワークに振り分けられるパケットの特徴に合わせて最適化されたものでも良い。

[0064] 例えば、VoIPの音声ストリームのみを転送するネットワークの場合には、ストリームをMPLS(Multi-Protocol Label Switching)で転送した方が効率的に転送できる可能性がある。その場合、VoIPの音声ストリームのみを転送するネットワークではストリームの開始時にLSP(Label Switched Path)を設定し、以後、パケットはネットワークの入り口でMPLSタグを付与し、出口でタグを取り去る処理を行う。

[0065] またあるいは、同じVoIPの音声ストリームにおいても、110や119のような緊急呼は優先的に処理することが望ましい場合がある。このような処理は、VoIP用ネットワークの内部で、例えばDiffServなどの品質制御技術を用い、緊急呼のパケットにDiffServコードポイントなど必要な優先順位情報をパケット送信者が付与して実現することができる。

[0066] あるいはVoIPの制御データは従来の電話網の制御線信号網を用いて転送し、音声データはIP網を用いて転送するというように全く異なった網を組み合わせても良い。

[0067] また、本実施の形態のN2はデータ長の短いパケットのみを転送する。そこで、N2のショートパケットの処理を効率化するため、N2内のルータではパケットヘッダの処理を高速化する一方、データ転送のスループットは比較的低い構成とすることにより

コスト削減を図ることができる。

[0068] 逆に、必ずしもリアルタイム性を要しないが比較的大容量の情報を確実に転送する必要があるWWWや電子メール等について専用の網を用意する場合には、キャッシュサーバ等の蓄積サーバを内部に持たせることで、データ転送を確実に行えるネットワークを安価に構成することができる。

[0069] また、映像や音声を同報配信するような用途では、ループ型のトポロジーの網やケーブルテレビ型の網構成によってマルチキャスト配信を効率的に行える網を構成し、それ以外の網の帯域使用効率を上げることもできる。

[0070] [第2の実施の形態]

次に、フルメッシュ波長分割多重(WDM)光ネットワークを用いて並列網を構成した実施の形態について説明する。本実施の形態の論理的な構成は図1と同様であるが、並列網を構成する個別のネットワークの数は2つの場合を考える。

[0071] 図6はフルメッシュWDM光ネットワークの論理的な構成を示すもので、ネットワーク内のどのノード21も他のノード21と独立した通信路22で相互に接続されている。このようなネットワークは光クロスコネクタ装置と波長分割多重技術を用いて構成できる(例えば、佐藤健一・古賀正文 著「広帯域光ネットワークング技術」、電子情報通信学会、2003参照)。

[0072] フルメッシュWDM光ネットワークでは、互いに異なる波長の光によってノード21間を接続しており、ノード21間の全ての通信路22についてn個の波長を割り当てれば、容易にn個の並列な網を構成することができる。

[0073] しかし、実際には1本の光ファイバで利用できる波長数には上限があり、かつフルメッシュ波長分割多重光ネットワーク自体が多くの波長を必要とする。そのため、本実施の形態では並列網を作る別の方法として時分割多重(TDM)を用いる場合について説明する。

[0074] フルメッシュWDM光ネットワークでは、基本的に任意の2つのノード21の組について他のノード21を介さない通信路22が存在している。従って、各通信路22の帯域幅は常に一定である。

[0075] ここで、図7(b)に示すような時分割多重技術を全ての通信路22について用いて図

7(a)に示すように一定の帯域幅を予約し、それら予約した帯域幅の通信路22aで各ノード21間を接続したネットワークN1と、残りの帯域幅の通信路22bで各ノード21間を接続したネットワークN2とを考える(図7(c)参照)。

- [0076] 前述したように任意の2つのノードの組の通信路の帯域幅は他の通信路と独立なので、どの通信路の帯域幅を分割しても他の通信路には影響を与えない。従って、これら2つのネットワークN1, N2は互いに一方が使用中の通信帯域が他方の通信帯域の利用可能な帯域幅に影響を与えない、独立した並列な網と考えることができる。
- [0077] 図8は本発明の packet 通信ネットワークの第2の実施の形態、ここでは前述したフルメッシュWDM光ネットワークによる並列網を用いた例を示すもので、図中、23は前記並列網、24はTDM処理部(振り分け手段)、25は多重化ルータ、U1, U2は外部ネットワークである。
- [0078] 並列網23を構成する2つのネットワークN1, N2のうち、N1はネットワークを管理するためにネットワーク管理者が用い、N2はユーザの利用に供する。
- [0079] 前述したように外部ネットワークU1, U2はユーザ網であるが、ネットワーク管理端末M1, M2も存在している。ここでユーザ網U1, U2とネットワーク管理端末M1, M2は異なるアドレス体系を用いており、アドレスによってパケットがユーザ網U1, U2のパケットであるか、ネットワーク管理端末M1, M2のパケットであるかを判別できるものとする。また、ネットワーク管理端末M1, M2は、管理される対象であるTDM処理部や多重化ルータであっても良い。
- [0080] ユーザ網U1, U2からのパケット及びネットワーク管理端末M1, M2からのパケットは、混合した状態、あるいは独立にTDM処理部24へ入力される。TDM処理部24は、入力されたパケットを宛先に応じて異なる経路へ送出するが、その際にネットワーク管理端末M1, M2のアドレスから送信されたパケットをネットワークN1に対応するタイムスロットへ、ユーザ網U1, U2のアドレスから送信されたパケットをネットワークN2に対応するタイムスロットへ振り分ける。
- [0081] 多重化ルータ25は、ネットワークN1, N2(に対応するタイムスロット)から到着したパケットを多重化するが、その際、ネットワークN1を経由してユーザ網U1, U2のアドレスへ宛てたパケット及びネットワークN2を経由してネットワーク管理端末M1, M2

のアドレスへ宛てたパケットについては廃棄する。なお、この廃棄処理はTDM処理部24で代行しても良い。

[0082] 以上説明したように、フルメッシュWDM光ネットワークを用いた第2の実施の形態のパケット通信ネットワークによれば、ネットワーク管理用としてユーザの利用網N2から独立した専用の網N1を有するため、ユーザの利用網N2が輻輳などの障害を起こしている場合でもネットワーク経由で管理作業を行うことができる効果がある。また、災害等によりネットワークの一部の経路が不通になった場合に、ネットワーク管理用の網だけ迂回用の経路を作成して使用することができる効果がある。

[0083] また、本実施の形態では時分割多重処理によりフルメッシュWDM光ネットワークを分割して並列網を構成しているため、個々のネットワークN1, N2に対応するタイムスロット長を変更することにより、ネットワークN1, N2の帯域幅を変更することができる。変更する場合はTDM処理部24と多重化ルータ25の双方にタイムスロット長を通知する必要があるが、これは上記のネットワーク管理端末M1, M2を通して行うことができる。

[0084] [第3の実施の形態]

次に、図9に示すようなフルメッシュWDM光ネットワークが多段に接続されたネットワークを用いて並列網を構成した実施の形態について説明する。この多段ネットワークは図6に示したフルメッシュWDM光ネットワークがツリー状に接続されたネットワークである。

[0085] 簡単のため、図9では3つのフルメッシュWDM光ネットワークP, Q, Rを接続した構成、ここではフルメッシュWDM光ネットワークQを上位に位置するものとし、これに2つのフルメッシュWDM光ネットワークP, Rを接続した2段構成の例を示しているが、ネットワークQの各ノードについて1つ以上のネットワークが接続されていても良く、また、ネットワークP, Rの下位またはQの上位にさらにネットワークが接続されても良い。

[0086] 次に、前述した多段ネットワークを複数の並列なネットワークに分割して並列網を構成する方法について述べる。

[0087] ネットワークP及びRが第2の実施の形態で述べたようなフルメッシュWDM光ネット

ワークであるとする、図9においてネットワークQを通過しない通信、つまりネットワークPもしくはR内のノード同士の通信については第2の実施の形態と差が生じないので、本実施の形態では、図9のノード(A)とノード(D)との間の通信のように、ネットワークQを通過する通信について並列網を構成することを考える。

- [0088] 第2の実施の形態で述べたように、フルメッシュWDM光ネットワークではノード間を結ぶ通信路は完全に独立している、図9の通信路のうち、ネットワークQを通過する通信路のみを示すと図10のようになる。
- [0089] 図10のネットワークを複数の並列なネットワークに分割する方法として、第2の実施の形態のように時分割多重技術を用いる方法と、MPLSを用いる方法とがある。
- [0090] まず、時分割多重を用いる方法について述べる。
- [0091] 図10のネットワークにおける各通信路は、時分割多重技術を用いることにより、第2の実施の形態と同様に、論理的に複数に分割することができる。即ち、図11に示すように、ネットワークPに属する通信路を分割してネットワークN11、N12とし、ネットワークQに属する通信路を分割してネットワークN21、N22とし、ネットワークRに属する通信路を分割してネットワークN31、N32とすることができる。
- [0092] ここで、図11のN11、N21、N31を直列に接続し、N12、N22、N32を直列に接続するようにノードB、Cを動作させると、N11－N21－N31の網とN12－N22－N32の網とはそれぞれ独立な2つの網とみなすことができる。
- [0093] このネットワークにおいて、例えばN11－N21－N31を第1の実施の形態におけるVoIP専用網、N12－N22－N32をそれ以外のデータ用の網とすれば、VoIPのパケットを優先的に処理するネットワークを構成することができる。特に、N11の各通信路の帯域幅の合計及びN31の各通信路の帯域幅の合計よりもN21の帯域幅を大きくしておけば、N11－N21－N31で構成される網は帯域が保証されるので、VoIPにおいて高い音声品質を実現する網を構成することができる。
- [0094] また、N21の帯域幅の要求が非常に大きい場合、図10のノード(B)－(C)間の通信路をN21専用とし、N22には図10のノード(B)－(E)－(C)間を迂回する通信路を用いるという方法が考えられる。こうすることで、ノード(B)－(E)間やノード(E)－(C)間の通信路のトラフィックがそれほど多くない場合、これらの通信路を有効利用す

ることができる。

[0095] 次に、MPLSを用いる方法について述べる。

[0096] 図10の各ノードがMPLSノードであるとする。ノード(A)からノード(D)へのk個のLSPを作成する。すると、ノード(A)から見てノード(D)へ接続するネットワークが、元のネットワークとk個のLSPとしてk+1個あることと論理的には同等である。なお、LSPは必ずしも最短である必要は無く、例えば図10においてノード(A)－(B)－(E)－(C)－(D)という経路を通ってもかまわない。

[0097] 以上のように、多段接続されたフルメッシュWDM光ネットワークにおいても複数の並列なネットワークを構成することができ、図2に示した振り分けルータや多重化ルータを使用すれば、論理的に図1と同等なネットワークを構成することができる。

[0098] 以下、多段に接続されたフルメッシュWDM光ネットワークを、MPLSを用いて複数の並列なネットワークに分割し、並列網を構成した場合の実施の形態について説明する。

[0099] 図12は前述した並列網を用いた本発明のパケット通信ネットワークの第3の実施の形態を示すもので、図中、31は並列網、32は振り分けルータ、33は多重化ルータ、U1、U2は外部ネットワークである。

[0100] 並列網31は、LSP(但し、ここでは $k=1$ )によるネットワークN1と、元のネットワークN2とからなり、N1はVoIP専用網、N2はそれ以外のパケット用の網として用いられるものとする。

[0101] 振り分けルータ32は、第1の実施の形態の場合と同様なパケット長検出部34及び振り分け処理部35から構成され、第1の実施の形態の場合と同様にして、VoIPのパケットとそれ以外のパケットを振り分ける。VoIPのパケットは、ネットワークへの入口においてパケットの宛先に応じたラベルを付与され、MPLS網によって相手ノードへ転送され、ネットワークの出口でラベルが除去される。VoIP以外のパケットは通常の経路で相手ノードへ転送される。

[0102] 多重化ルータ33は、第1の実施の形態の場合と同様に多重化を行う。

[0103] 以上説明したパケット通信ネットワークによれば、MPLSによってVoIP専用網が仮想的に作成されているため、各ノードでDiffServ等によりMPLS網の品質を制御す

れば、VoIPの音声品質を高めることができる。また、第1の実施の形態で述べたようなセキュリティ上の対策を行うことにより、VoIP専用網のセキュリティを高めることができる。

- [0104] なお、MPLSによる並列網は帯域幅の観点では元の網から完全には独立していないため、VoIP網へ大量のトラフィックが生じると品質が低下する恐れがある。
- [0105] この対策として、振り分け処理部35において、パケットのデータ量の合計値の時系列的な変化によっても振り分け先を変化させることが有効である。この処理について以下に述べる。
- [0106] 振り分け処理部35では、VoIPの単位時間当たりのデータ転送量が予め設定した閾値を超えた場合、その超過分はN2へ振り分ける。ここでデータ転送量の測定方法としては、単位時間当たりに振り分け処理部35へ送られたVoIPパケットのデータのバイト数の合計値を利用することができる。また、N2へ振り分けるパケットの選択方法としては、パケットのソースアドレス及び宛先アドレスに基づくWFQなどの公平制御の方法が利用できる。
- [0107] また、同じ手法をVoIP以外のトラフィックの制御に利用することもできる。例えばP2Pファイル交換のトラフィックに対して上記の処理を行い、かつ並列な別のネットワークへ振り分けるのではなく、パケットを廃棄すればP2Pファイル交換のトラフィックを一定量以下に抑えることが可能である。
- [0108] また、自ノード以外のトラフィックの影響によって自ノードが利用するLSPが輻輳する可能性もある。この場合、ネットワークまたはLSPのエンドーエンドでのトラフィックの状況を把握する必要がある。これには、第2の実施の形態で述べたような2つの方法の他、経路上のノードに問い合わせることが可能である。例えば図10において、ノード(A)は(A)－(B)間、(B)は(B)－(C)間、(C)は(C)－(D)間のトラフィックを把握しているので、ノード(A)はノード(B)、(C)に問い合わせれば(A)－(D)間のトラフィック状況を把握することができる。
- [0109] 上記の処理を振り分け処理部35で行った場合、本来、N1を通るべきVoIPパケットがN2を通して多重化ルータ33へ到着する。このような状況下では、多重化ルータ33は、パケットが到着したネットワークによって優先処理を行うことに加え、N2を通して



到着したVoIPパケットについても第1の実施の形態で述べたような方法で判別し、優先処理を行えば、パケットをN2に振り分けた影響を低く抑えることができる。

[0110] また一方、トラフィックの増減に応じて、VoIP専用網の帯域幅を動的に増減させることも考えられる。第2の実施の形態で述べたようなネットワーク管理専用網を構築すれば、ネットワーク上の管理センタからノードへ指示を送ることによって、VoIP専用網の帯域幅を変更することができる。

[0111] 別の方法としては、全てのユーザからのVoIPパケットを一律にVoIP専用網へ振り分けるのではなく、予めサービス利用契約をかわすなどした特定のユーザからのVoIPパケットのみをVoIP専用網へ振り分けることで、トラフィックの総量を抑えることも考えられる。この場合は振り分け処理において、パケットのソースアドレスをサービス利用契約者のデータベースと照合し、契約済みのアドレスからのパケットにのみMPLSのラベルを付与することで上記の効果をを得ることができる。

[0112] また、複数の事業者から提供される複数の並列なVoIP専用網に対して同様の仕組みを適用すれば、アナログ電話におけるマイラインサービスのように、ユーザからのVoIPパケットが、該ユーザが契約した事業者のVoIP網へ振り分けられるサービスを実現することができる。

#### 産業上の利用可能性

[0113] 以上のように、本発明の通信ネットワークは、特定のサービスについて品質を制御することができるという効果を有し、パケット通信を用いて性質の異なる複数のサービスを提供するインターネット等の通信インフラとして有用である。

### 請求の範囲

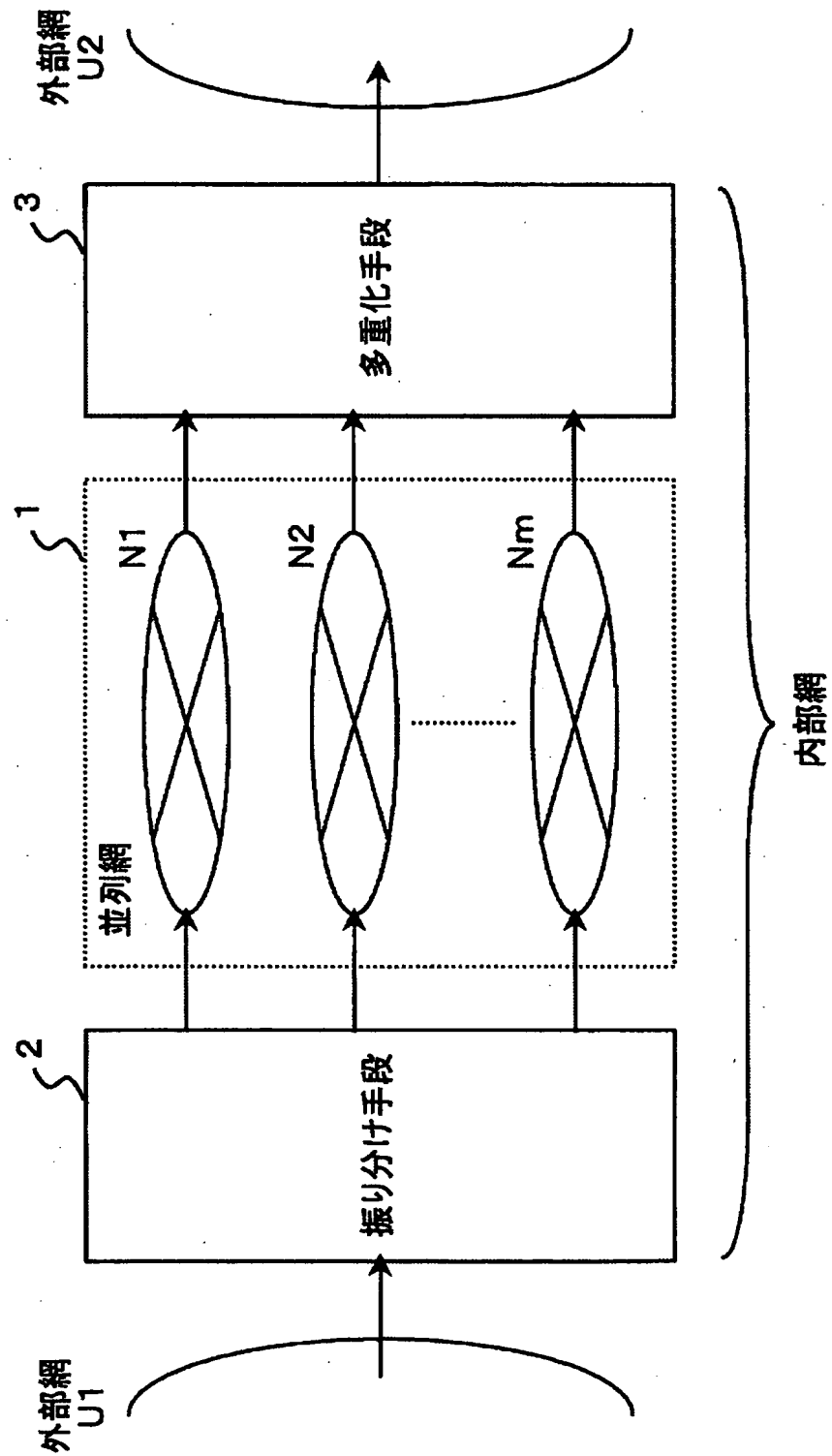
- [1] 複数の外部ネットワークと接続され、これら複数の外部ネットワーク間におけるパケット通信を実行するパケット通信ネットワークであって、  
物理的または論理的に独立した複数のネットワークからなる並列網と、  
1つの外部ネットワーク及び前記並列網内の各ネットワークのそれぞれと接続され、当該1つの外部ネットワークから入力されたパケットを前記並列網内の各ネットワークのいずれかに振り分ける少なくとも1つの振り分け手段と、  
前記並列網内の各ネットワークのそれぞれ及び1つの外部ネットワークと接続され、前記並列網内の各ネットワークによって転送されたパケットを多重化して当該1つの外部ネットワークへ出力する少なくとも1つの多重化手段とを備えた  
ことを特徴とするパケット通信ネットワーク。
- [2] 前記振り分け手段は、パケットの形式的な特徴量によって振り分けを行うことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。
- [3] パケットの形式的な特徴量とは、パケットのパケット長であることを特徴とする請求項2に記載のパケット通信ネットワーク。
- [4] 前記振り分け手段は、パケットのヘッダの内容的な特徴量によって振り分けを行うことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。
- [5] パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットにおけるDiffServコードポイントの値であることを特徴とする請求項4に記載のパケット通信ネットワーク。
- [6] パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットのプロトコル番号あるいはUDPパケットの宛先ポート番号もしくはTCPパケットの宛先ポート番号の値であることを特徴とする請求項4に記載のパケット通信ネットワーク。
- [7] 前記振り分け手段は、同一の特徴量を有するパケットのデータ量の合計値の時系列的な変化によって振り分けを行うことを特徴とする請求項2～6のいずれか一つに記載のパケット通信ネットワーク。
- [8] 前記振り分け手段は、前記並列網内のネットワーク毎のトラフィックの状況を検知する手段を有し、トラフィックの状況に応じた振り分けを行うことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。

- [9] 前記並列網は、物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークからなることを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。
- [10] 物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークは、各ネットワークの帯域割り当てを動的に変更する手段を有することを特徴とする請求項9に記載のパケット通信ネットワーク。
- [11] 前記多重化手段は、前記並列網内の各ネットワークのうち、特定のネットワークからのパケットを優先して処理することを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。
- [12] 前記多重化手段は、所与の特徴量を有するパケットを優先して処理することを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。
- [13] 複数の外部ネットワークと接続され、これら複数の外部ネットワーク間におけるパケット通信を実行するパケット通信方法であって、  
物理的または論理的に独立した複数の並列なネットワークからなる並列網と、  
1つの外部ネットワーク及び前記並列網内の各ネットワークのそれぞれと接続された少なくとも1つの振り分け手段と、  
前記並列網内の各ネットワークのそれぞれ及び1つの外部ネットワークと接続された少なくとも1つの多重化手段とを用い、  
振り分け手段が1つの外部ネットワークから入力されたパケットを前記並列網内の各ネットワークのいずれかに振り分け、  
並列網内の各ネットワークがパケットを転送し、  
多重化手段が前記並列網内の各ネットワークによって転送されたパケットを多重化して1つの外部ネットワークへ出力することを特徴とするパケット通信方法。
- [14] 前記振り分け手段は、パケットの形式的な特徴量によって振り分けを行うことを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。
- [15] パケットの形式的な特徴量とは、パケットのパケット長であることを特徴とする請求項14に記載のパケット通信方法。
- [16] 前記振り分け手段は、パケットのヘッダの内容的な特徴量によって振り分けを行うこ

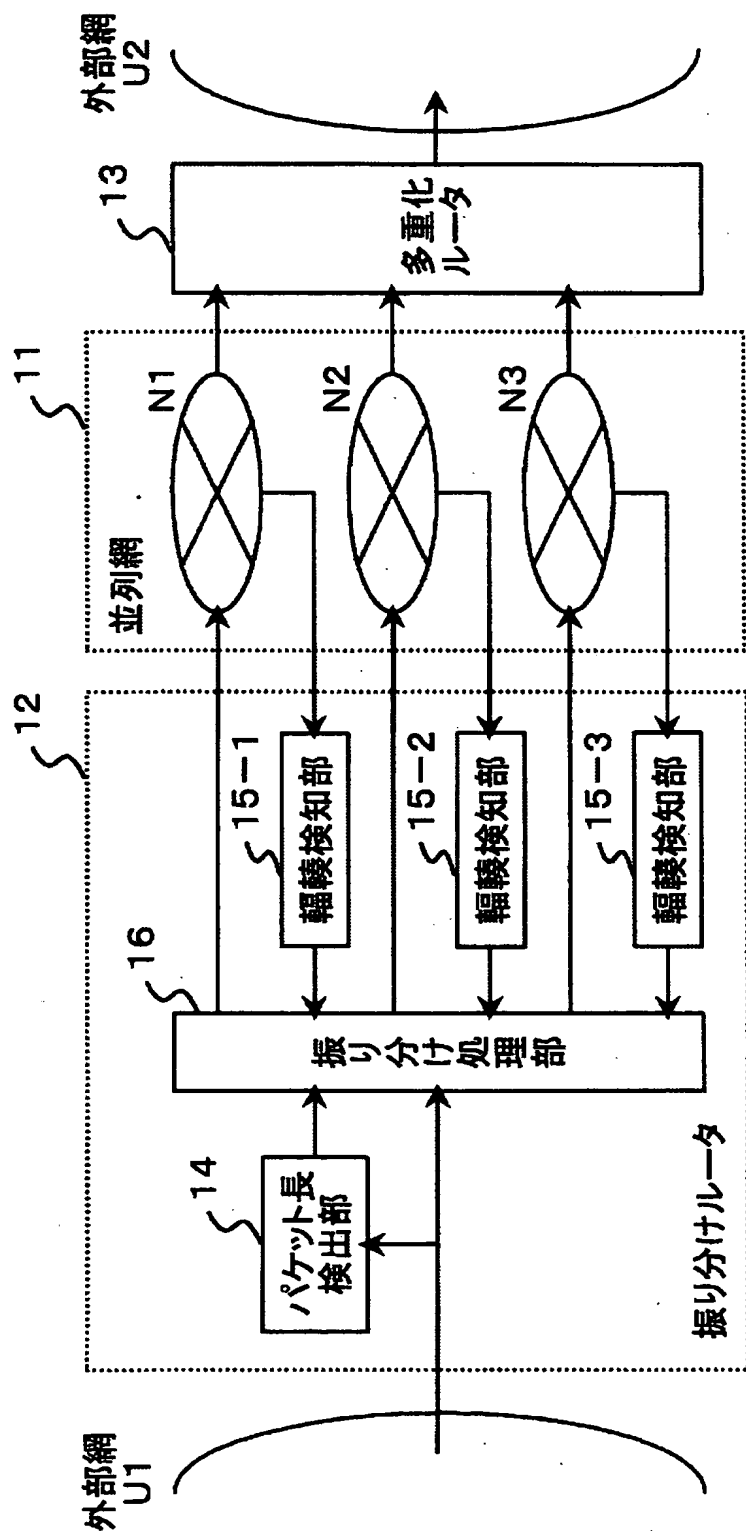
とを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。

- [17]     パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットにおけるDiffServコードポイントの値であることを特徴とする請求項16に記載のパケット通信方法。
- [18]     パケットのヘッダの内容的な特徴量とは、IPパケットのプロトコル番号あるいはUDPパケットの宛先ポート番号もしくはTCPパケットの宛先ポート番号の値であることを特徴とする請求項16に記載のパケット通信方法。
- [19]     前記振り分け手段は、同一の特徴量を有するパケットのデータ量の合計値の時系列的な変化によって振り分けを行うことを特徴とする請求項14～18のいずれか一つに記載のパケット通信方法。
- [20]     前記振り分け手段は、前記並列網内のネットワーク毎のトラフィックの状況を検知し、これに応じた振り分けを行うことを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。
- [21]     前記並列網は、物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークからなることを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。
- [22]     物理的に同一のネットワークを論理的に分割した複数のネットワークは、各ネットワークの帯域割り当てを動的に変更可能であることを特徴とする請求項21に記載のパケット通信方法。
- [23]     前記多重化手段は、前記並列網内の各ネットワークのうち、特定のネットワークからのパケットを優先して処理することを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。
- [24]     前記多重化手段は、所与の特徴量を有するパケットを優先して処理することを特徴とする請求項13に記載のパケット通信方法。

[図1]



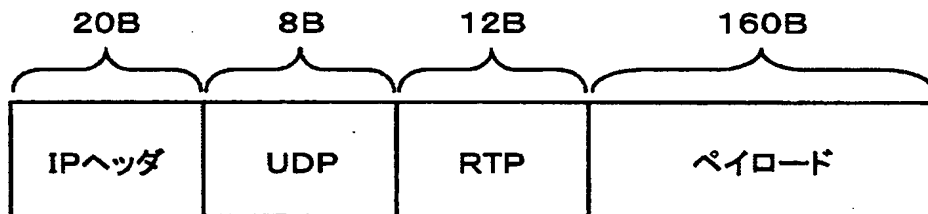
[図2]



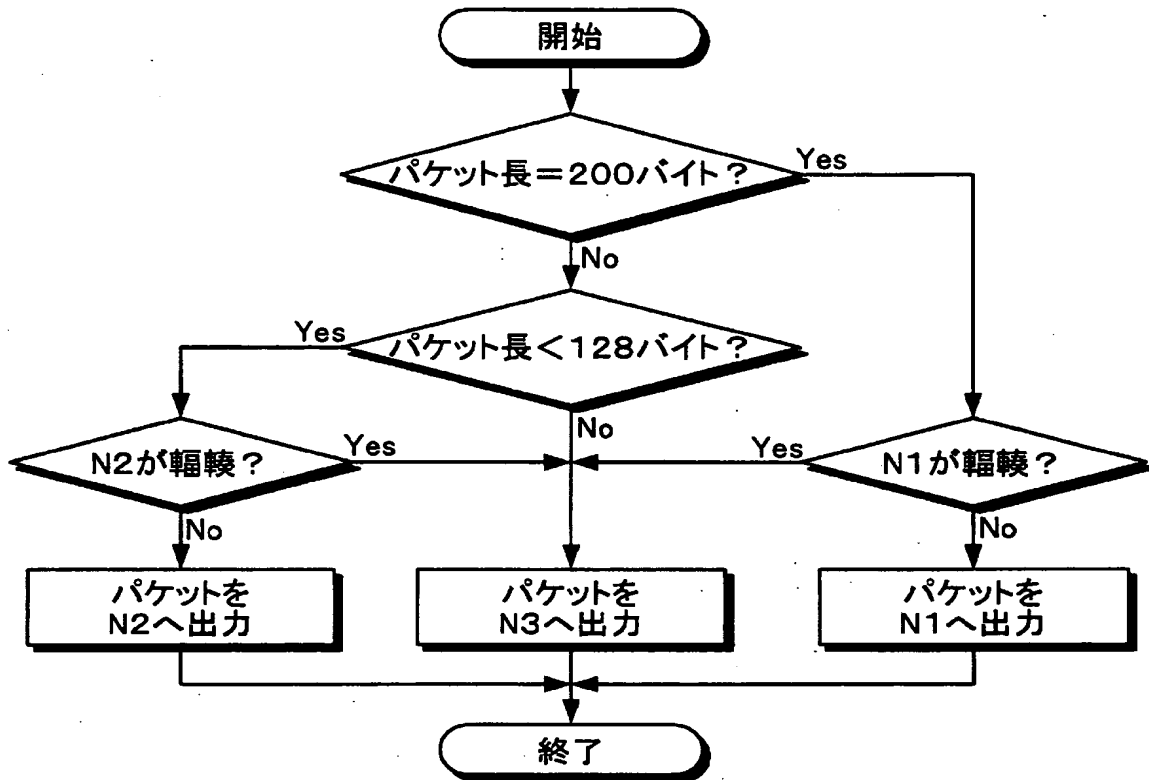
[図3]

パケット長	デフォルト振り分け先	輻輳時振り分け先
200バイト	N1	N3
128バイト以下	N2	N3
それ以外	N3	N3

[図4]

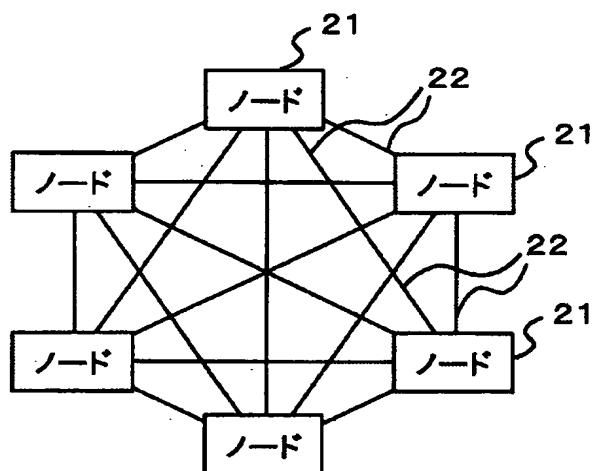


[図5]

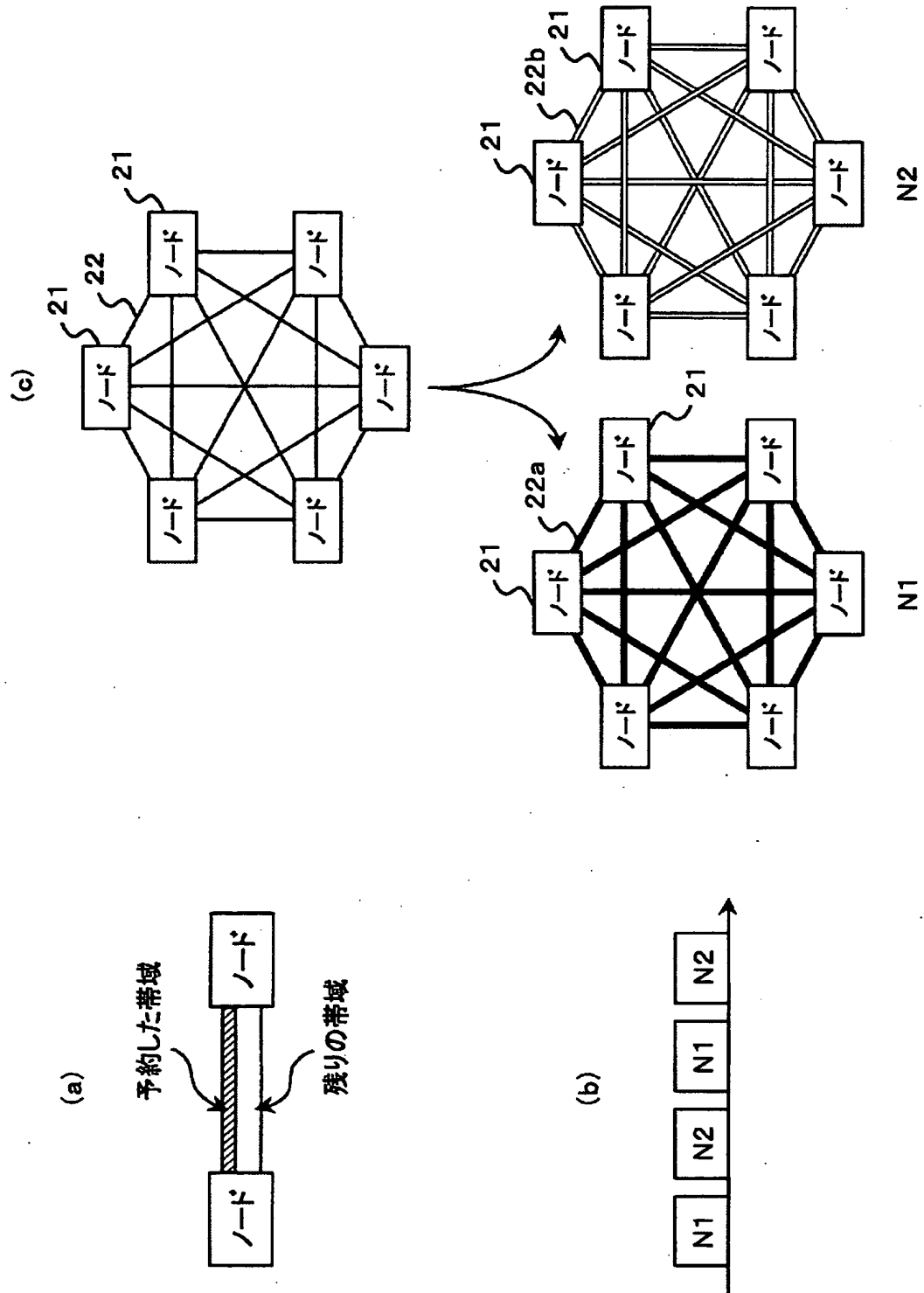




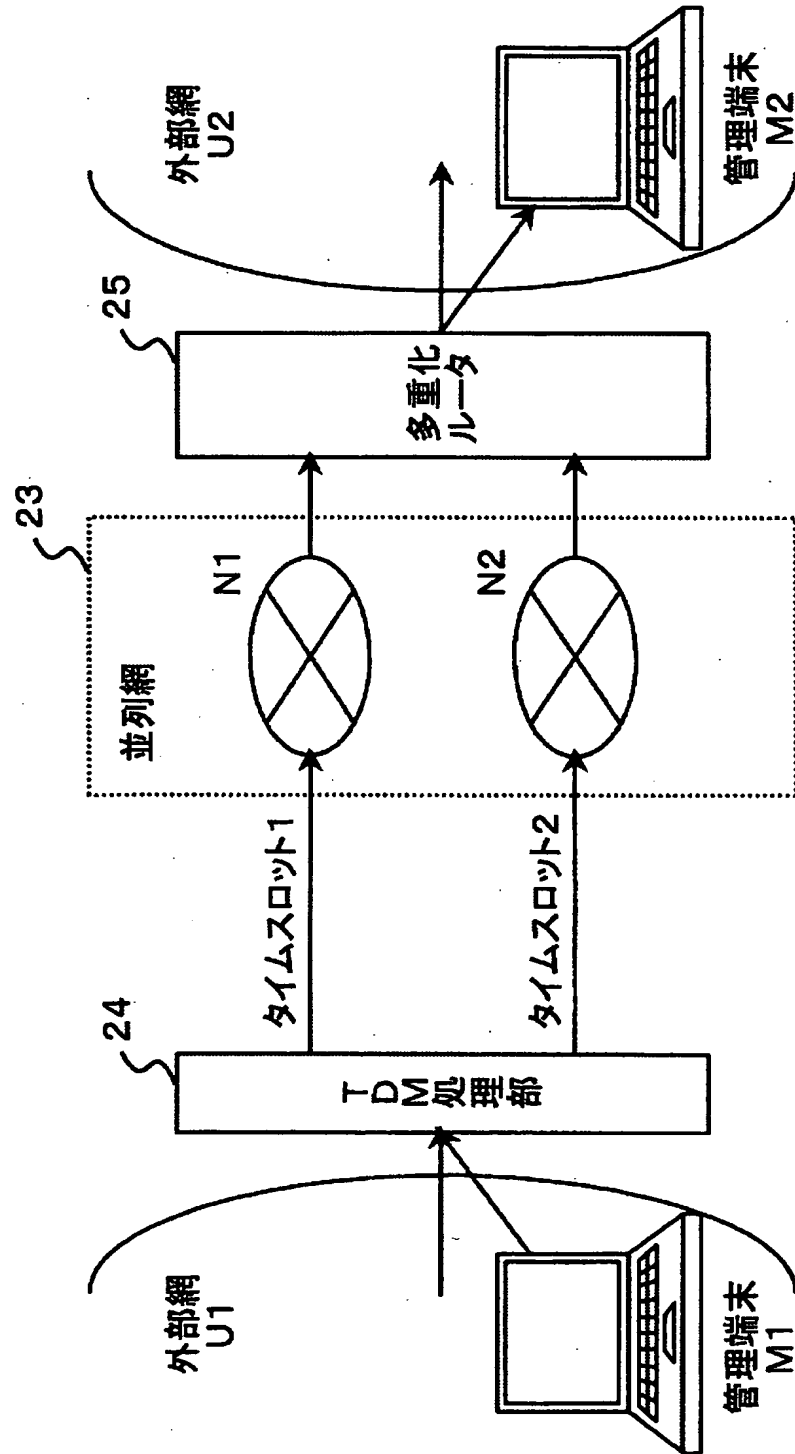
[図6]



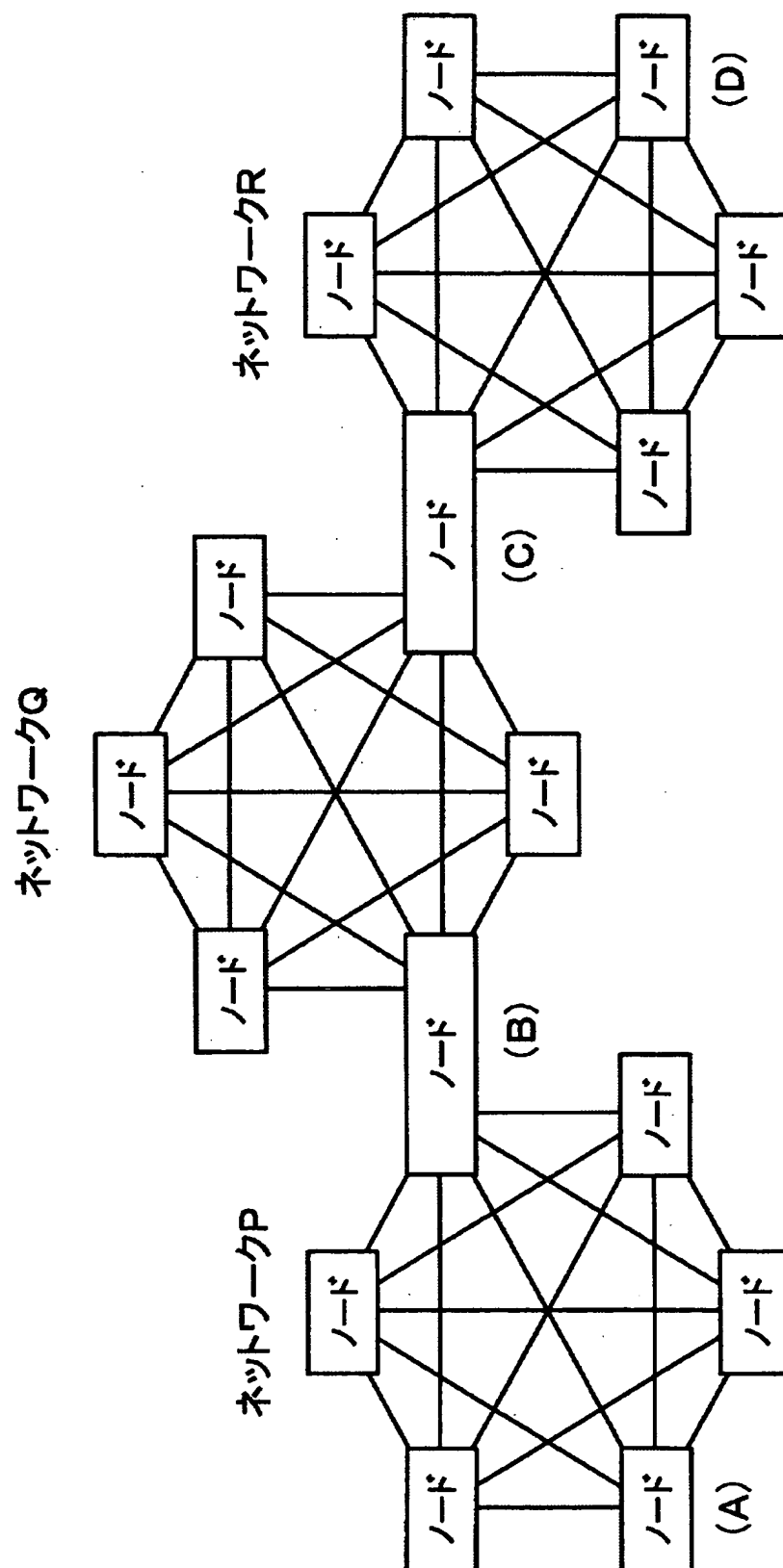
[図7]



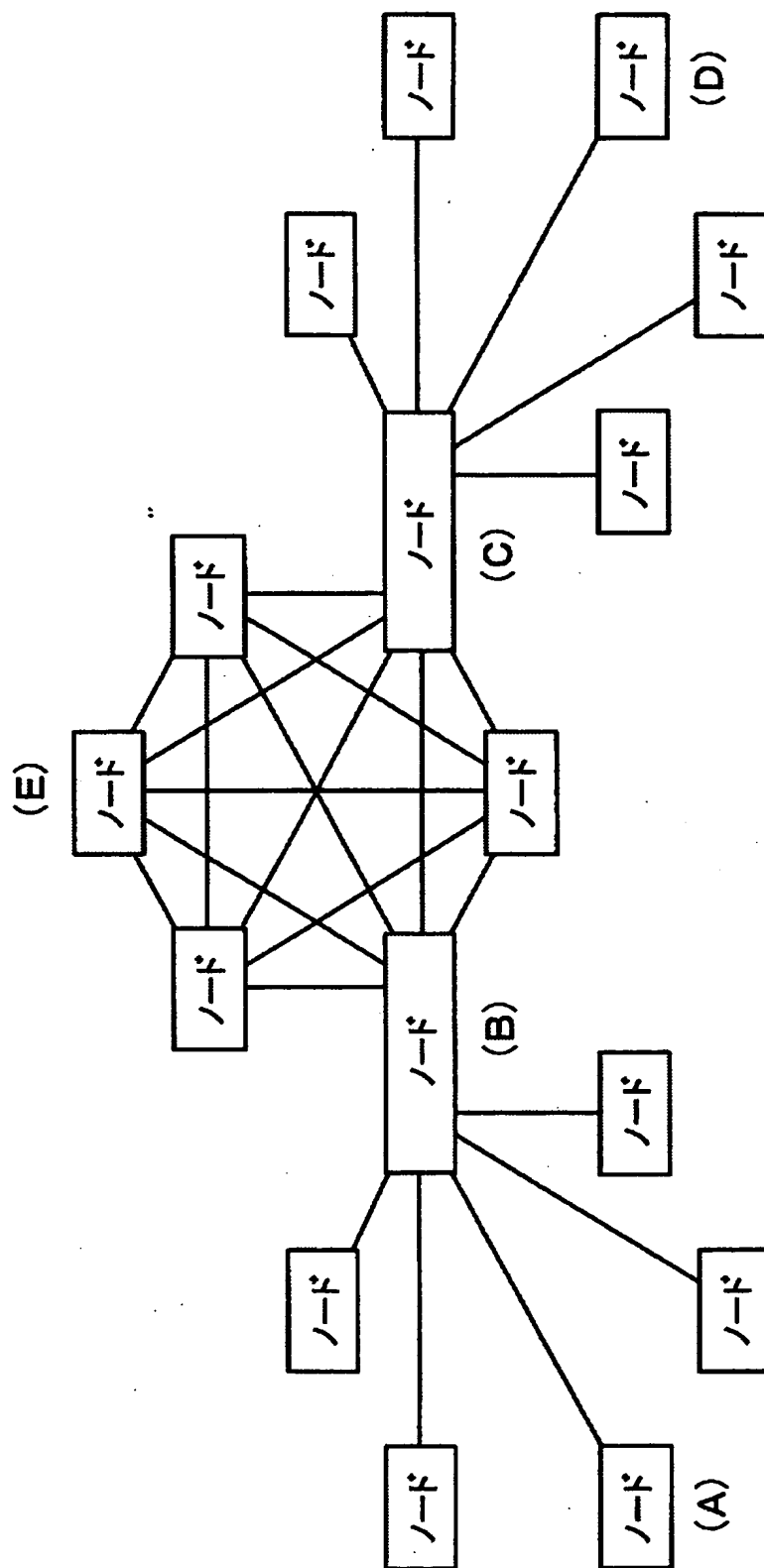
[図8]



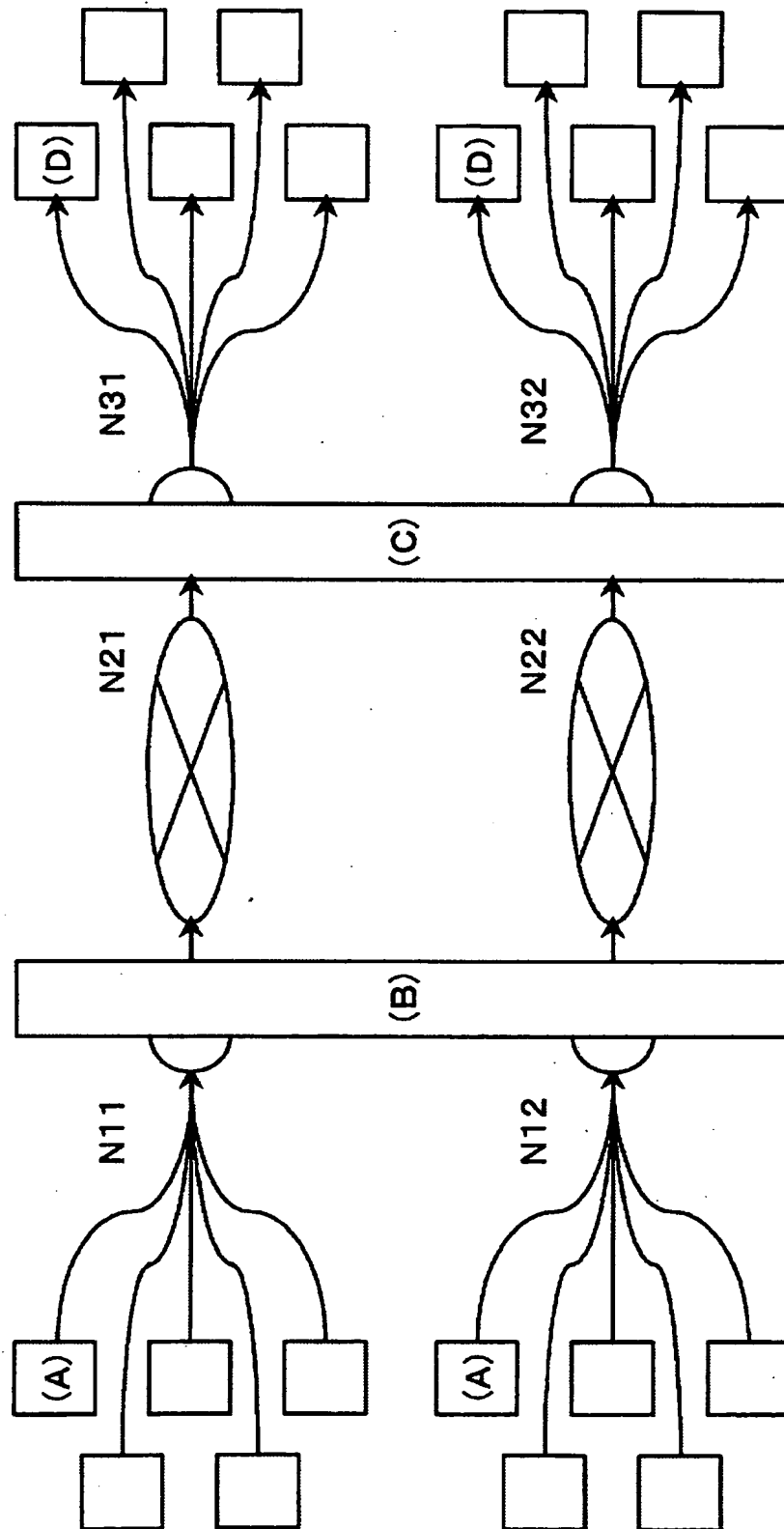
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

